

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-342754

(43)Date of publication of application : 29.11.2002

(51)Int.Cl. G06T 3/00  
 G06T 3/40  
 H04N 1/387  
 H04N 1/393  
 H04N 5/265  
 // G06T 11/60

(21)Application number : 2001-150479

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
 <NTT>

(22)Date of filing : 21.05.2001

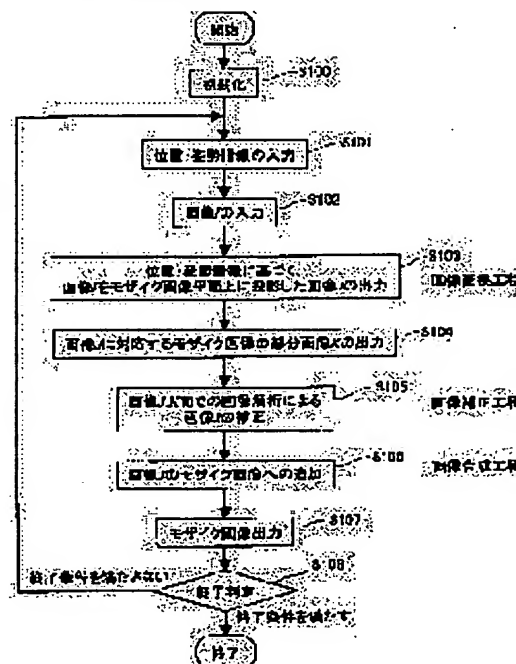
(72)Inventor : NANBU SATOSHI  
 TANIGUCHI YUKINOBU  
 KOJIMA HARUHIKO

## (54) METHOD, DEVICE AND PROGRAM FOR SYNTHESIZING MOSAIC PICTURE AND RECORDING MEDIUM HAVING ITS PROGRAM RECORDED THEREON

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily realize mosaic picture synthesis where pictures are smoothly connected and the obtained picture can be related to other geographic information such as a map even when the position and attitude detecting accuracy of a camera is not sufficient.

SOLUTION: The information of a camera position and attitude is inputted (step S101), and a picture I is cut out from the camera-photographed picture (step S102). The picture I is converted into a picture J projected on a mosaic picture M plane on the basis of the information of the camera position and attitude, and outputted (step S103). A partial picture K of the mosaic picture M corresponding to the picture J is outputted (step S104). Picture analysis is performed between those pictures J and K, and the picture J is corrected so that those pictures J and K can be smoothly connected to each other (step S105). The corrected picture J is added to the mosaic picture M so as to be synthesized (step S106).



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号 √  
特開2002-342754  
(P2002-342754A)

(43)公開日 平成14年11月29日 (2002. 11. 29)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
G 0 6 T 3/00	4 0 0	G 0 6 T 3/00	4 0 0 J 5 B 0 5 0
			A 5 B 0 5 7
H 0 4 N 1/387		H 0 4 N 1/387	5 C 0 2 3
1/393		1/393	5 C 0 7 6
5/265		5/265	
審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 11 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願2001-150479(P2001-150479)

(22)出願日 平成13年5月21日(2001. 5. 21)

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72)発明者 南部 聡

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

(72)発明者 谷口 行信

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

(74)代理人 100062199

弁理士 志賀 富士弥 (外2名)

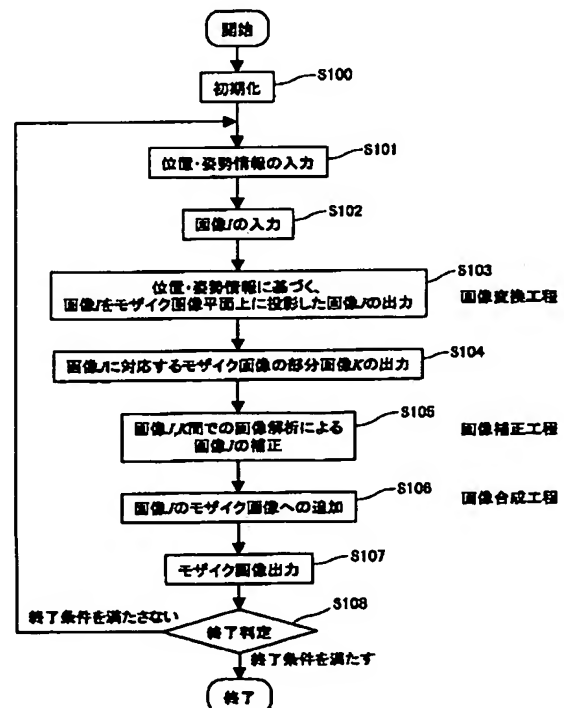
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 モザイク画像合成方法、モザイク画像合成装置、モザイク画像合成プログラム及びこのプログラムを記録した記録媒体

(57)【要約】

【課題】 カメラの位置及び姿勢検出精度が十分でない場合においても、画像間のつながり合わせが滑らかで、かつ地図等の他の地理情報に関連付けることが可能なモザイク画像合成を簡易に行う。

【解決手段】 カメラの位置・姿勢情報を入力する(ステップS101)。カメラ撮影画像から画像Iを切出す(ステップS102)。カメラの位置・姿勢情報に基づき、画像Iをモザイク画像M平面上に投影した画像Jに変換し、出力する(ステップS103)。画像Jに対応するモザイク画像Mの部分画像Kを出力する(ステップS104)。画像J、K間において、画像解析を行い、画像J、Kが滑らかにつながるように画像Jを補正する(ステップS105)。補正後の画像Jをモザイク画像Mに追加して合成する(ステップS106)。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数枚の画像からモザイク画像を合成する方法であって、

カメラの位置・姿勢情報に基づいて、画像 I をモザイク画像 M 平面上に投影した画像 J に変換する画像変換工程と、

モザイク画像から前記画像 J に対応する部分画像 K を出力する画像切出し工程と、

前記画像 J と画像 K が滑らかにつながるように該画像 J を補正する画像補正工程と、

前記補正後の画像 J を前記モザイク画像 M に追加することで画像を合成する画像合成工程と、を具備することを特徴とするモザイク画像合成方法。

【請求項 2】 前記画像補正工程は、画像解析によって前記画像 J、K 間の動きベクトルを求める工程と、該動きベクトルに応じて補正値を算出する工程と、前記補正値で前記画像 J を補正する工程とを具備することを特徴とする請求項 1 に記載のモザイク画像合成方法。

【請求項 3】 前記画像補正工程は、画像解析によって前記画像 J、K 間の動きベクトルを求める工程と、該動きベクトルに応じて補正値を算出する工程と、カメラの位置・姿勢情報に基づいて制限するしきい値を前記補正値が越えないときは該補正値で前記画像 J を補正し、しきい値を越えたときは該しきい値を越えない最大または最小の値により前記画像 J を補正する工程とを具備することを特徴とする請求項 1 に記載のモザイク画像合成方法。

【請求項 4】 前記画像補正工程は、カメラの位置・姿勢情報に基づいた移動成分  $d_1$  と画像解析に基づいた移動成分  $d_2$  を基にした拡大率  $s$  で前記画像 J を拡大縮小する工程と、画像解析によって前記画像 J、K 間の動きベクトルを求める工程と、該動きベクトルに応じて補正値を算出する工程と、該補正値に基づいて前記拡大率  $s$  を更新して前記画像 J を補正する工程とを具備することを特徴とする請求項 1 に記載のモザイク画像合成方法。

【請求項 5】 複数枚の画像からモザイク画像を合成する装置であって、

カメラの位置・姿勢情報に基づいて、画像 I をモザイク画像 M 平面上に投影した画像 J に変換する画像変換手段と、

モザイク画像から前記画像 J に対応する部分画像 K を出力する画像切出し手段と、

前記画像 J と画像 K が滑らかにつながるように該画像 J を補正する画像補正手段と、

前記補正後の画像 J を前記モザイク画像 M に追加することで画像を合成する画像合成手段と、を具備することを特徴とするモザイク画像合成装置。

【請求項 6】 前記画像補正手段は、画像解析によって前記画像 J、K 間の動きベクトルを求める手段と、該動きベクトルに応じて補正値を算出する手段と、前記補正

値で前記画像 J を補正する手段とを具備することを特徴とする請求項 1 に記載のモザイク画像合成装置。

【請求項 7】 前記画像補正手段は、画像解析によって前記画像 J、K 間の動きベクトルを求める手段と、該動きベクトルに応じて補正値を算出する手段と、カメラの位置・姿勢情報に基づいて制限するしきい値を前記補正値が越えないときは該補正値で前記画像 J を補正し、しきい値を越えたときは該しきい値を越えない最大または最小の値により前記画像 J を補正する手段とを具備することを特徴とする請求項 1 に記載のモザイク画像合成装置。

【請求項 8】 前記画像補正手段は、カメラの位置・姿勢情報に基づいた移動成分  $d_1$  と画像解析に基づいた移動成分  $d_2$  を基にした拡大率  $s$  で前記画像 J を拡大縮小する手段と、画像解析によって前記画像 J、K 間の動きベクトルを求める手段と、該動きベクトルに応じて補正値を算出する手段と、該補正値に基づいて前記拡大率  $s$  を更新して前記画像 J を補正する手段とを具備することを特徴とする請求項 1 に記載のモザイク画像合成装置。

【請求項 9】 請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載のモザイク画像合成方法をコンピュータに実行させるための処理手順を備えたことを特徴とするモザイク画像合成プログラム。

【請求項 10】 請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載のモザイク画像合成方法における処理手順をコンピュータに実行させるためのプログラムを、該コンピュータが読み取り可能な記録媒体に記録したことを特徴とするモザイク画像合成プログラムを記録した記録媒体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、空中から地上を撮影したビデオ映像から広域写真地図を作成するなど、視野の狭い複数枚の画像から視野の広い一枚の画像（モザイク画像）を合成するためのモザイク画像合成方法、及び装置、プログラム、並びに記録媒体に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】（従来技術 1）特許第 2947171 号に示されている「航空写真作成装置」は、飛行して得た撮影録画映像を地上で再生するのに、動画像のフレームを一枚ずつ切り出し、各静止画を光学的に補正し、この補正された各静止画を位置検出装置および姿勢検出装置でそれぞれ検出した位置情報と姿勢情報に従ってつなぎ合わせることで一枚の大きな静止画を作成するようにしている。

【0003】この従来装置によれば、位置検出装置、及び姿勢検出装置から得られた位置情報、及び姿勢情報を用いて、TV カメラでの低空飛行撮影によるビデオ映像から航空写真作成（モザイク画像合成）を行うことができる。

【0004】（従来技術2）画像解析によりモザイク画像合成を行う方法がある。例えば、「画像特徴に基づくイメージモザイク」電子情報通信学会論文誌D-II Vol. J82-D-II No.10 pp.1581-1589）。これらの方法では、画像解析によって得られる画像の動きベクトルを用いて、上述の画像合成を行う。

【0005】具体的には、画像の対に対して、輝度値の分布が類似する部分（対応点）を求め、それらがすべて重ね合わさるようなカメラパラメータを算出する。そして、そのカメラパラメータに従って画像を変換し、合成

を行う。

【0006】カメラパラメータには、その簡単さから、撮影対象を平面と仮定した、以下のモデルが多く用いら

$$g_1 = h_1 = 0, \quad a_1 = e_1 = \cos \theta_1, \quad -b_1 = d_1 = \sin \theta_1 \quad \dots (2)$$

等の制約条件を与える。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】（問題点1）従来技術1では、位置検出装置、及び姿勢検出装置の精度が十分でない時に、画像間のつなぎ合わせがうまくいかないという問題がある。また、位置検出装置及び姿勢検出装置が比較的高い精度であったとしても、実際にモザイク画像合成を行うのに必要な対地高度を取得するためには、レーザレンジファインダなどの特別な機材を用いるか、もしくはあらかじめ別の方法で測量されたDEM（デジタル・エレベーション・マップ）データを用意する必要がある。さらに、焦点距離などのカメラの内部パラメータを必要とするが、一般にこれらの正確な値を得ることは困難である。

【0011】（問題点2）従来技術2では、画素単位で得られる動きベクトルを用いて、カメラパラメータを算出するため、従来技術1に比較して画像間のつなぎ合わせが改善される。また、カメラパラメータを画像対の関係としてモデル化しているため、必ずしも、カメラの内部パラメータを知る必要がない。

【0012】しかし、従来技術2では、画像の対ごとにカメラパラメータを算出するため、例えば、入力画像の1枚目を基準に、1枚目と2枚目、2枚目と3枚目、…と順につなぎ合わせを繰り返す必要があり、画像枚数が増加するに従い、累積的に誤差が増加するという問題がある。

【0013】また、画像間のつなぎ合わせのみを考慮しているため、画像の絶対的な位置・姿勢が不明であり、合成されたモザイク画像を、地図等の他の地理情報に関連付けることができないという問題がある。

【0014】（問題点3）前記の問題点1および問題点2を解決するための方法として、従来技術1と従来技術2の組み合わせが考えられるが、これまでに従来技術1と従来技術2の組み合わせ方に対して適当な方法を示したものはない。

【0015】例えば、単純に従来技術1により、絶対的

れる。ここで、 $(u_1, v_1, 1)$ 、 $(u_2, v_2, 1)$ はそれぞれ対応点の同次座標、 $a_1, b_1, c_1, d_1, e_1, f_1, g_1, h_1$ はカメラパラメータ、 $t_1$ は任意の定数である。

【0007】

【数1】

$$\begin{pmatrix} u_2 \\ v_2 \\ 1 \end{pmatrix} = t_1 \begin{pmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ d_1 & e_1 & f_1 \\ g_1 & h_1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_1 \\ v_1 \\ 1 \end{pmatrix} \quad \dots (1)$$

【0008】もしくは、より簡易的に、

【0009】

【数2】

な位置・姿勢を考慮した大まかな画像のつなぎ合わせを行い、従来技術2により、画像間のつなぎ合わせが滑らかになるように改善を試みた場合、その方法によっては、結局は従来技術2の問題である、累積的な誤差が増加し、（問題点2）が解決されない。

【0016】このように、単純に従来技術1と従来技術2とを組み合わせただけの方法では、前記の（問題点1）および（問題点2）を解決することができないという問題がある。

【0017】本発明の目的は、位置検出装置、及び姿勢検出装置の精度が十分でない場合においても、画像間のつなぎ合わせが滑らかで、かつ地図等の他の地理情報に関連付けることが可能なモザイク画像合成を簡易に行うことができるモザイク画像合成方法、モザイク画像合成装置、モザイク画像合成プログラムおよびそのプログラムを記録した記録媒体を提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明は、前記の課題を解決するため、カメラの位置・姿勢情報に基づいて画像を変換し、変換後の画像において画像対が滑らかにつながるように補正し、補正後の画像によりモザイク画像を合成する。

【0019】画像補正は、カメラの位置・姿勢情報に基づいて画像Iをモザイク画像M平面上に投影した画像Jに変換し、モザイク画像から画像Jに対応する部分画像Kを切出し、画像解析によって画像J、K間の動きベクトルを求め、この動きベクトルに応じて補正值を算出し、この補正值で画像Jを補正する。又は、カメラの位置・姿勢情報に基づいて制限するしきい値を補正值が越えないときは該補正值で画像Jを補正し、しきい値を越えたときは該しきい値を越えない最大または最小の値により画像Jを補正する。又は、カメラの位置・姿勢情報に基づいた移動成分 $d_1$ と画像解析に基づいた移動成分 $d_2$ を基にした拡大率 $s$ で画像Jを拡大縮小し、補正值に基づいて拡大率 $s$ を更新して画像Jを補正する。

【0020】以上のことより、本発明は、カメラの位置

・姿勢情報に基づいてモザイク画像合成を行う（従来技術 1）を基本にすることで、画像枚数の増加に伴う累積的な誤差が少なく、画像の絶対的な位置・姿勢が明確であり、（問題点 2）を解決する。さらに、カメラの位置・姿勢情報に基づいて変換された画像において補正を行うため、（従来技術 1）に比較して、画像間のつなぎ合わせが滑らかであり、対地高度、及び正確な焦点距離が不明の場合でも適切にモザイク画像合成を行うことができ、（問題点 1）を解決するもので、以下の方法、装置、プログラム、記録媒体を特徴とする。

#### 【0021】（方法の発明）

（1）複数枚の画像からモザイク画像を合成する方法であって、カメラの位置・姿勢情報に基づいて、画像 I をモザイク画像 M 平面上に投影した画像 J に変換する画像変換工程と、モザイク画像から前記画像 J に対応する部分画像 K を出力する画像切出し工程と、前記画像 J と画像 K 間が滑らかにつながるように該画像 J を補正する画像補正工程と、前記補正後の画像 J を前記モザイク画像 M に追加することで画像を合成する画像合成工程と、を具備することを特徴とする。

【0022】（2）前記画像補正工程は、画像解析によって前記画像 J、K 間の動きベクトルを求める工程と、該動きベクトルに応じて補正値を算出する工程と、前記補正値で前記画像 J を補正する工程とを具備することを特徴とする。

【0023】（3）前記画像補正工程は、画像解析によって前記画像 J、K 間の動きベクトルを求める工程と、該動きベクトルに応じて補正値を算出する工程と、カメラの位置・姿勢情報に基づいて制限するしきい値を前記補正値が越えないときは該補正値で前記画像 J を補正し、しきい値を越えたときは該しきい値を越えない最大または最小の値により前記画像 J を補正する工程とを具備することを特徴とする。

【0024】（4）前記画像補正工程は、カメラの位置・姿勢情報に基づいた移動成分  $d_1$  と画像解析に基づいた移動成分  $d_2$  を基にした拡大率  $s$  で前記画像 J を拡大縮小する工程と、画像解析によって前記画像 J、K 間の動きベクトルを求める工程と、該動きベクトルに応じて補正値を算出する工程と、該補正値に基づいて前記拡大率  $s$  を更新して前記画像 J を補正する工程とを具備することを特徴とする。

#### 【0025】（装置の発明）

（5）複数枚の画像からモザイク画像を合成する装置であって、カメラの位置・姿勢情報に基づいて、画像 I をモザイク画像 M 平面上に投影した画像 J に変換する画像変換手段と、モザイク画像から前記画像 J に対応する部分画像 K を出力する画像切出し手段と、前記画像 J と画像 K 間が滑らかにつながるように該画像 J を補正する画像補正手段と、前記補正後の画像 J を前記モザイク画像 M に追加することで画像を合成する画像合成手段と、を

具備することを特徴とする。

【0026】（6）前記画像補正手段は、画像解析によって前記画像 J、K 間の動きベクトルを求める手段と、該動きベクトルに応じて補正値を算出する手段と、前記補正値で前記画像 J を補正する手段とを具備することを特徴とする。

【0027】（7）前記画像補正手段は、画像解析によって前記画像 J、K 間の動きベクトルを求める手段と、該動きベクトルに応じて補正値を算出する手段と、カメラの位置・姿勢情報に基づいて制限するしきい値を前記補正値が越えないときは該補正値で前記画像 J を補正し、しきい値を越えたときは該しきい値を越えない最大または最小の値により前記画像 J を補正する手段とを具備することを特徴とする。

【0028】（8）前記画像補正手段は、カメラの位置・姿勢情報に基づいた移動成分  $d_1$  と画像解析に基づいた移動成分  $d_2$  を基にした拡大率  $s$  で前記画像 J を拡大縮小する手段と、画像解析によって前記画像 J、K 間の動きベクトルを求める手段と、該動きベクトルに応じて補正値を算出する手段と、該補正値に基づいて前記拡大率  $s$  を更新して前記画像 J を補正する手段とを具備することを特徴とする。

#### 【0029】（プログラムの発明）

（9）前記モザイク画像合成方法をコンピュータに実行させるための処理手順を備えたことを特徴とする。

#### 【0030】（記録媒体の発明）

（10）前記モザイク画像合成方法における処理手順をコンピュータに実行させるためのプログラムを、該コンピュータが読み取り可能な記録媒体に記録したことを特徴とする。

#### 【0031】

【発明の実施の形態】（基本事項）本発明の一実施形態を示すために必要な基本事項について、図面を参照して以下に詳細に説明する。

【0032】図 15 において、画像  $I_1$  の撮影時におけるカメラ座標系を  $x_1y_1z_1$  で表す。 $x_1y_1z_1$  はワールド座標系  $XYZ$  を  $(X_1, Y_1, Z_1)$  だけ平行移動し、 $z_1$  軸、 $y_1$  軸、 $x_1$  軸の正方向に対して左回りに、順に  $\kappa_1$ 、 $\phi_1$ 、 $\omega_1$  だけ回転させたものである。カメラの光軸は  $z_1$  軸角の方向を向き、カメラの右手に  $x_1$  軸正、カメラの上に  $y_1$  軸正が向くものとする。また、画像  $I_1$  が、（従来技術 1）により、モザイク画像 M 平面上に投影されたものを  $J_1$  とする。画像  $I_2$  についても同様とする。

【0033】ここで、簡単のため、 $\kappa_1 = \kappa_2 = \phi_1 = \phi_2 = \omega_1 = \omega_2 = 0$ 、 $Z_1 = Z_2$  とし、カメラが  $XY$  平面と平行に移動する場合を考える。この様子は図 16 に示す。図 17 は図 16 を  $XZ$  平面上に投影したものである。図 17 では、画像  $I_1$ 、 $I_2$  がモザイク画像平面上に正しく投影されているため、画像  $J_1$  における画像  $J_2$  に対応す

る領域と、画像  $J_2$  における画像  $J_1$  に対応する領域とが一致する。ここで、対応する領域とは（従来技術 2）において、それぞれ重ね合わせられる領域のことである。

（従来技術 1）によって投影された画像  $J_1$ 、 $K_2$  のそれぞれ対応する領域が一致するため、（従来技術 1）、

（従来技術 2）ともに等しいモザイク結果を得ることができる。

【0034】一方、図 18 は、対地高度に誤差が混入したことが原因で、画像  $J_1$ 、 $J_2$  がモザイク画像平面上に、誤って  $s$  倍に拡大されて投影された場合である。

（従来技術 1）では、画像  $J_1$  における画像  $J_2$  に対応する領域と、画像  $J_2$  における画像  $J_1$  に対応する領域とが一致せず、画像が滑らかにつながらない。また、（従来技術 2）では、画像  $J_1$  における画像  $J_2$  に対応する領域と、画像  $J_2$  における画像  $J_1$  に対応する領域とを重ね合わせるため、カメラの位置・姿勢情報において絶対的なズレが生じる。（従来技術 1）に基づく画像間の平行移動成分を  $d_1$ 、（従来技術 2）に基づく平行移動成分を  $d_2$  とすると、そのズレは  $d_2 - d_1 = (s - 1) d_1$  となる。これは三角形  $ABC$  と三角形  $AB'C'$  の相似より明らかである。

【0035】以上のことは、逆に、（従来技術 1）と（従来技術 2）との間で  $(s - 1) d_1$  なるズレが生じた場合、画像  $J_1$ 、 $J_2$  を  $1/s$  倍することで、（従来技術 1）、（従来技術 2）ともに等しいモザイク結果が得られることを意味する。これは、 $Y$  方向の平行移動成分に対しても同様である。また、近似的に  $\kappa_1 = \kappa_2 = \phi_1 = \phi_2 = 0$  が成り立つ場合、任意の  $\omega_1$ 、 $\omega_2$ 、 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $Y_1$ 、 $Y_2$ 、 $Z_1$ 、 $Z_2$  についても同様のことが言える。

【0036】（実施形態）以上を踏まえて、以下に、本発明の実施形態を説明する。図 1 は、本発明のモザイク画像合成方法の実施形態を示す処理フロー図である。図 2 は、本発明のモザイク画像合成装置の実施形態を示す構成図である。図 2 におけるモザイク画像合成装置の各手段は、ハードディスク、バッファメモリ、表示装置などをあらかじめ定められた手順に基づいて制御するコンピュータやそれに準ずる装置により、図 1 における各ステップに対応する処理を実現することができる。

【0037】図 1 において、必要に応じて内部パラメータなどの初期化を行う（ステップ S100）。次に、カメラの位置・姿勢情報を入力する（ステップ S101）。カメラの位置・姿勢情報は上述の  $X$ 、 $Y$ 、 $Z$ 、 $\kappa$ 、 $\phi$ 、 $\omega$  の 6 つのパラメータにより一意に表すことができる。これらの値は GPS（衛星測位システム）、ジャイロスコープ等の位置検出装置、及び姿勢検出装置より取得する。ただし、GPS より得られる高さ  $Z$  は対地高度ではなく標高である。また、これらの値には誤差が含まれる。

【0038】次に、カメラからの画像  $I$  を入力する（ステップ S102）。画像  $I$  は、カメラで撮影された映像

を、フレーム切り出し装置により切り出したものである。また、画像  $I$  とカメラの位置・姿勢情報はタイムコードにより同期をとりながら入力する。

【0039】次に、カメラの位置・姿勢情報に基づき、画像  $I$  をモザイク画像  $M$  平面上に投影した画像  $J$  に変換し、出力する（ステップ S103）。この様子は図 3 に示す。ただし、この時点で、画像  $J$  はモザイク画像  $M$  に合成せず、一時的なバッファに保存する。画像  $I$  から画像  $J$  への変換は、例えば、カメラのピンホールモデルを仮定した中心投影により行うことができる。詳細は以下の（画像変換工程の実施形態）で説明する。

【0040】次に、画像  $J$  に対応する、モザイク画像  $M$  の部分画像  $K$  を出力する（ステップ S104）。この様子は図 3 に示す。ここでは、モザイク画像  $M$  から、ステップ S103 において画像  $J$  が投影されたのと同じ領域を部分画像として出力する。画像  $K$  は画像  $J$  と同様に、一時的なバッファに保存する。

【0041】次に、画像  $J$ 、 $K$  間において、画像解析を行い、画像  $J$ 、 $K$  が滑らかにつながるように画像  $J$  を補正する（ステップ S105）。入力画像  $I$  を変換した画像  $J$  と、既に合成されたモザイク画像  $M$  の部分画像  $K$  を一致させることで、画像間のつなぎ合わせを、より滑らかにすることができる。詳細は以下の（画像補正工程の実施形態）で説明する。

【0042】次に、補正後の画像  $J$  をモザイク画像  $M$  に追加して合成する（ステップ S106）。この様子は図 3 に示す。同図中の  $d$  はステップ S105 において算出された補正值を含む画像間の平行移動成分である。合成を行う時は、画像  $M$  において倒れ込みが少なくなるように工夫する。詳細は以下の（画像合成工程の実施形態）で説明する。

【0043】次に、モザイク画像  $M$  を出力する（ステップ S107）。必要に応じて、モザイク画像  $M$  を画像表示装置や記録媒体等へ出力する。

【0044】最後に、終了判定（ステップ S108）において、終了条件を満たした場合は処理を終了する。終了条件を満たさない場合は、次の入力を得るためステップ S101 に戻る。終了判定は、例えば、ユーザからの入力により終了の指示が与えられたかどうか、もしくはあらかじめ決められたタイムコードや位置情報が入力されたかどうか、によって行う。

【0045】（画像変換工程の実施形態）カメラのピンホールモデルを仮定した中心投影により、画像  $I$  をモザイク画像  $M$  平面上に投影した画像  $J$  に変換する方法を示す。ここで、図 4 に示すように、カメラの位置・姿勢情報を  $X_1$ 、 $Y_1$ 、 $Z_1$ 、 $\kappa_1$ 、 $\phi_1$ 、 $\omega_1$ 、焦点距離を  $f_1$  で表し、画像  $I$  上の点  $(u_1, v_1)$  が、モザイク画像  $M$  平面上の点  $(X, Y)$  に投影されるとする。この時、 $(X, Y)$  は  $(u_1, v_1)$  を用いて次式で表され（「解析写真測量 改訂版」日本写真測量学会参照）、モザイク画像  $M$  は  $Z$

=  $Z_M$ 平面上に存在するものとする。

【数3】

【0046】

$$X = (Z_M - Z_1) \frac{r_{11}u_1 + r_{21}u_1 - r_{31}f_1}{r_{13}u_1 + r_{23}u_1 - r_{33}f_1} + X_1 \quad \dots(3)$$

$$Y = (Z_M - Z_1) \frac{r_{12}u_1 + r_{22}u_1 - r_{32}f_1}{r_{13}u_1 + r_{23}u_1 - r_{33}f_1} + Y_1 \quad \dots(4)$$

ただし、

$$R_\kappa = \begin{pmatrix} \cos \kappa & -\sin \kappa & 0 \\ \sin \kappa & \cos \kappa & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad R_\phi = \begin{pmatrix} \cos \phi & 0 & \sin \phi \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \phi & 0 & \cos \phi \end{pmatrix}, \quad R_\omega = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \omega & -\sin \omega \\ 0 & \sin \omega & \cos \omega \end{pmatrix} \quad \dots(5)$$

$$R_\eta R_\phi R_{\omega_1} = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{pmatrix} \quad \dots(6)$$

【0047】しかし、 $Z_1 - Z_M$ の値を得るには、レーザレンジファインダなどの特別な機材を用いる必要がある。もしくは $Z_M$ の値を得るにはあらかじめ別の方法で測量されたDEMデータを用意する必要がある。

【0048】そこで、例えば、 $Z_M = 0$ とし、対地高度 $Z_1 - Z_M$ が、位置検出装置で得られる標高 $Z_1$ に等しいとして計算を行う。また、焦点距離 $f_1$ はカメラのカタログ値や、あらかじめ解析的に求めた値を使用する。

【0049】（画像補正工程の実施形態1）画像J、K間において、画像解析を行い、画像Jを補正する第一の方法を示す。図5は、本実施形態を示す処理フロー図である。画像解析によって求められる動きベクトルは、画像中の任意の点において独立であるとも仮定できるが、ここでは、動きベクトルは画像中ですべて等しいと仮定する。画像Jは既にカメラの位置・姿勢情報に基づいて変換されているため、画像J、K間には微小なズレしか生じないと仮定できる場合が多いからである。

【0050】そこで、ステップS201、202で入力した画像J、Kに対して、前記の(2)式において、さらに $\theta_1 = 0$ とした平行移動成分 $\Delta X = c_1$ 、 $\Delta Y = f_1$ のみの変換による補正を行う。ズレが大きいと予測できる場合は前記の(1)式や(2)式のモデルを、制限を与えずに用いることも可能である。画像Jを画像Kに一致させる適切な補正值は、以下の式で示す平均自乗誤差

【0051】

【数4】

$$\frac{\sum_W \{J(X - \Delta X, Y - \Delta Y) - K(X, Y)\}^2}{N} \quad \dots(7)$$

【0052】を最小とする $\Delta X$ 、 $\Delta Y$ として計算する（ステップS203）。ただし、 $J(X, Y)$ 、 $K(X, Y)$ は画像J、Kの画素 $(X, Y)$ における画素値である。また、 $W$ は $J(X - \Delta X, Y - \Delta Y)$ 、 $K(X, Y)$ が背景画素とならない領域、 $N$ は $W$ に含まれ

る画素数である。ただし、一枚目に処理する画像Jに対しては、その時点ではまだモザイク画像が合成されておらず、Kが全て背景画素となるため、 $\Delta X = \Delta Y = 0$ とする。このようにして求めた $\Delta X$ 、 $\Delta Y$ に対して、J

$(X, Y) = J(X - \Delta X, Y - \Delta Y)$ により画像Jを補正し（ステップS204）、補正した画像Jを出力する（ステップS205）。

【0053】（画像補正工程の実施形態2）画像J、K間において、画像解析を行い、画像Iを補正する第二の方法を示す。図6は、本実施形態を示す処理フロー図である。ここで、 $\Delta X$ 、 $\Delta Y$ は（画像補正工程の実施形態1）と同等とする。一回の処理における画像J、K間の $\Delta X$ 、 $\Delta Y$ が微小だとしても、画像処理枚数が増加するに従い、 $\Delta X$ 、 $\Delta Y$ も累積的に増加することが考えられる。 $\Delta X$ 、 $\Delta Y$ が増加すると位置・姿勢情報の意味が小さくなり、地図等の他の地理情報との関連付けを行うことができなくなるという問題がある。

【0054】そこで、（画像補正工程の実施形態2）では（画像補正工程の実施形態1）に加えて、しきい値を設けて、平行移動量 $\Delta X$ 、 $\Delta Y$ をある範囲に制限する（ステップS304、305）。しきい値は、例えば、カメラの高さ $Z$ に比例するとし、 $|\Delta x| < X_{th}Z$ 、 $|\Delta Y| < Y_{th}Z$ とする。補正值がしきい値を超えた場合は、しきい値を超えない最大（最小）の値により、補正を行う。

【0055】（画像補正工程の実施形態3）画像J、K間において、画像解析を行い、画像Jを補正する第三の方法を示す。図7は、本実施形態を示す処理フロー図である。ここでも、 $\Delta X$ 、 $\Delta Y$ は（画像補正工程の実施形態1）と同等とする。ここでは、平行移動量 $\Delta X$ 、 $\Delta Y$ に制限を与えるために既出の拡大率 $s$ を用いる。 $s$ の初期値は1.0とし、図1におけるステップS100において初期化を行う。

【0056】カメラの位置・姿勢情報に基づく平行移動

成分  $d_1$  と、画像解析に基づく平行移動成分  $d_2$  を用いて  $1/s = \|d_1\| / \|d_2\|$  により画像 J に対して拡大縮小を行う。ただし、 $\|d_1\|$ 、 $\|d_2\|$  はそれぞれベクトル  $d_1$ 、 $d_2$  のユークリッドノルムであり、 $d_2 - d_1 = (\Delta X, \Delta Y)^T$  である。 $\|d_1\|$  に対して  $\|d_2\|$  が大きくなるに従い、画像 J を小さくするので、結果的に  $\Delta X$ 、 $\Delta Y$  に制限を与えることができる。 $\|d_1\|$  に対して  $\|d_2\|$  が小さくなる場合はその逆に制限を与えることができる。

【0057】ただし、カメラの位置・姿勢情報や、画像解析による平行移動成分にも誤差が含まれているため、一対の画像間で求めた  $d_1$ 、 $d_2$  ではなく、例えば、 $n = 10$  枚の画像を処理する中での平均的な値を用いることが望ましい。 $n$  枚の画像を処理する中での平均値を用いた場合、 $1/s$  は次式によって求められる。ただし、 $d_1(t)$ 、 $d_2(t)$  はそれぞれ 1 回目の処理における  $d_1$ 、 $d_2$  の値を示すものとする。

【0058】

【数 5】

$$\frac{1}{s} = \frac{\left\| \sum_{i=0}^{n-1} d_1(t-i) \right\|}{\left\| \sum_{i=0}^{n-1} d_2(t-i) \right\|} \quad \dots (8)$$

【0059】以上をまとめると、(画像補正工程の実施形態 3) は以下になる。

【0060】画像 J を  $1/s$  倍する (ステップ S 402)。そして、(画像補正工程の実施形態 1) の方法により、補正值  $\Delta X$ 、 $\Delta Y$  を計算する (ステップ S 404)。次に、上記の (8) 式により拡大率  $s$  の値を更新する (ステップ S 405)。さらに、新たな拡大率により改めて画像 J の拡大縮小を行う (ステップ S 406)。そして、画像 J を補正する (ステップ S 407)。このとき、 $s$  の値を保持し、次の入力において使用する。

【0061】なお、(画像補正工程の実施形態 2) と (画像補正工程の実施形態 3) は互いに相反するものではなく、両者を同時に行うことも可能である。

【0062】(画像合成工程の実施形態) 補正された画像 J をモザイク画像 M に追加して合成する方法を示す。カメラで撮影した映像には「倒れ込み」という現象が生じるため、モザイク画像合成時にそれを考慮する必要がある。倒れ込みとは、撮影対象に奥行きがある場合、奥行きの大きさに応じて、撮影対象が、画像中の一点を中心に外側に倒れ込んだような画像が得られる現象のことである。

【0063】例えば、図 8 に示すように、平面上に、平面に垂直な、高さ (奥行き) の等しい待ち針状の物体が複数並んでいるとする。この平面をカメラで撮影すると図 9 のような画像が得られる。図 8、図 9 中の破線は、カメラから平面上に降ろした垂線と平面との交点を中心

とする同心円を示す。図 9 より、同心円の中心から離れるに従って、待ち針が外向きに大きく倒れ込む様子が分かる。倒れ込みは、(従来技術 1) と (従来技術 2) との間で、結果にブレを生じさせる一因ともなるため、倒れ込みの少ないモザイク画像合成を行うことが重要である。

【0064】図 10 のように、新たに入力、変換された画像 J によって、既に合成されたモザイク画像を上書きした場合、結果的に画像 J の縁の部分が多く残るため、倒れ込みの影響が大きい。

【0065】一方で、図 11 のように、画像 J の下半分のみを使って上書きした場合、図 12 に示した平行移動成分  $d$  に対して結果的に画像 J の中心部分が多く残るため、倒れ込みの影響が小さくなる。ただし、カメラはほぼ鉛直下向きを向いているものとする。また、画像 J の下半分ではなく、中心付近を横向きの帯状に利用した場合も同様である。

【0066】このように平行移動成分  $d$  に応じて、画像 J のどの部分を利用するかを適切に選択することで、倒れ込みの影響を小さくすることができる。

【0067】さらに、図 13 のように、画像 J において画素ごとに同心円の中心からの距離を求めておき、距離の小さい画素でのみ上書きする方法もある。この方法は、図 14 に示すように、画像 M とは別に、画像 M と等しい大きさの、距離を画素値とする画像を用意することで実現する。

【0068】なお、本発明は、図 2 に示した装置の一部又は全部の処理機能をプログラムとして構成してコンピュータを用いて実現すること、あるいは図 1 または図 5 ~ 図 7 で示した処理手順をプログラムとして構成してコンピュータに実行させることができる。また、コンピュータでその各部の処理機能を実現するためのプログラム、あるいはコンピュータにその処理手順を実行させるためのプログラムを、そのコンピュータが読み取り可能な記録媒体、例えば、FD (フロッピーディスク: 登録商標)、MO、ROM、メモ리카ード、CD、DVD、リムーバブルディスクなどに記録して、保存したり、提供したりすることが可能であり、また、インターネットのような通信ネットワークを介して配布したりすることが可能である。

【0069】

【発明の効果】以上のとおり、本発明によれば、カメラの位置・姿勢情報に基づいたモザイク画像合成の方法に、補正を加えることで、画像間のつなぎ合わせが滑らかで、かつ地図等の他の地理情報に関連付けることが可能なモザイク画像合成を簡易に行うことができる。

【0070】特に、(画像補正工程の実施形態 1) によれば、従来技術 1 と従来技術 2 のそれぞれにおけるモザイク結果に、平均値 0 で分布するブレが生じる場合に効果を発揮する。

【0071】また、(画像補正工程の実施形態2)によれば、(画像補正工程の実施形態1)に加えて、従来技術1と従来技術2のそれぞれにおけるモザイク結果に、累積的に増加するズレが生じる場合においても効果を発揮する。

【0072】また、(画像補正工程の実施形態3)によれば、(画像補正工程の実施形態2)に加えて、拡大率を連続的に変化させることで、より滑らかな画像間のつなぎ合わせを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の方法での一実施形態を示す処理フロー図。

【図2】本発明の装置での一実施形態を示す構成図。

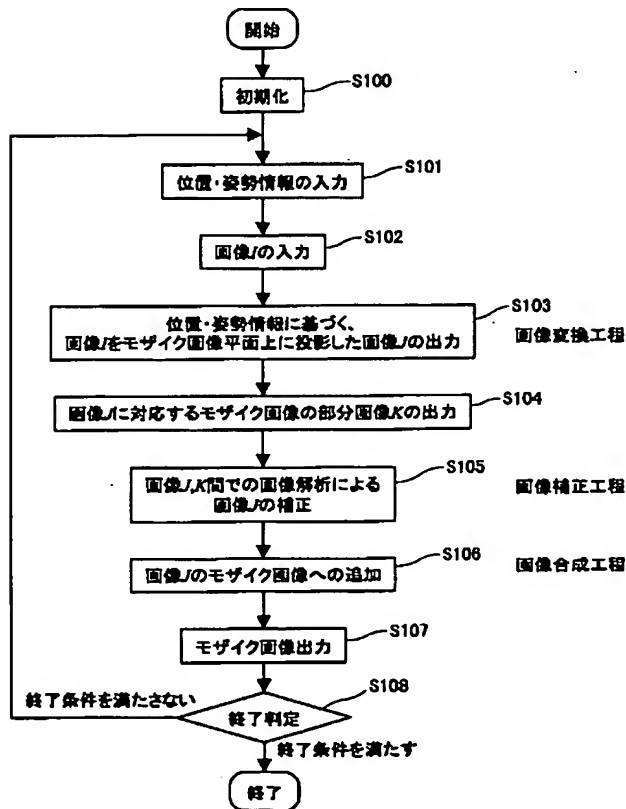
【図3】画像Iから画像Jへの変換、画像Kの出力、さらには画像Jを画像Mに合成する方法を説明する図。

【図4】理想的なピンホールカメラを用いた場合の、カメラの位置・姿勢情報に基づいた中心投影を説明する図。

【図5】(画像補正工程の実施形態1)を示す処理フロー図。

【図6】(画像補正工程の実施形態2)を示す処理フロー図。

【図1】



一図。

【図7】(画像補正工程の実施形態3)を示す処理フロー図。

【図8】倒れ込みを説明する図。

【図9】倒れ込みを説明する図。

【図10】画像合成の一実施形態を説明する図。

【図11】画像合成の別の一実施形態を説明する図。

【図12】画像合成の別の一実施形態を説明する図。

【図13】画像合成のさらに別の実施形態を説明する

10 図。

【図14】画像合成のさらに別の実施形態を説明する図。

【図15】理想的なピンホールカメラを用いた場合の、カメラの位置・姿勢情報に基づいたモザイク画像合成の方法を説明する図。

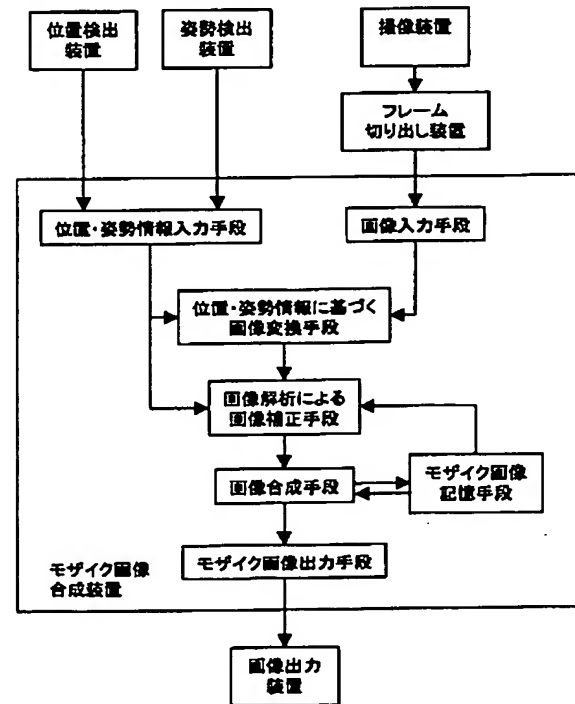
【図16】 $\kappa_1 = \kappa_2 = \phi_1 = \phi_2 = \omega_1 = \omega_2 = 0$ ,  $Z_1 = Z_2$ とし、カメラがXY平面と平行に移動する場合を説明する図。

【図17】図2をXZ平面上に投影した図。

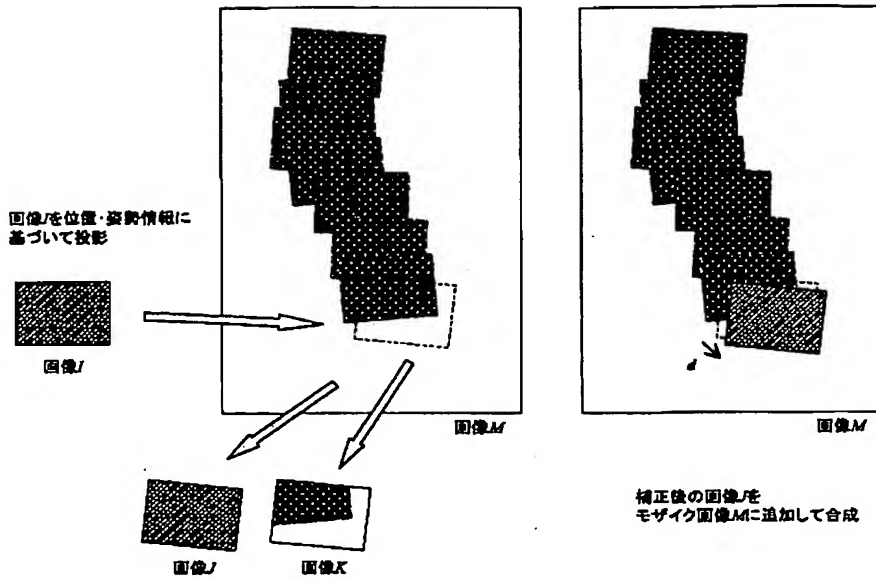
20

【図18】画像I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>がモザイク画像平面上に、誤ってs倍に拡大されて投影された場合を説明する図。

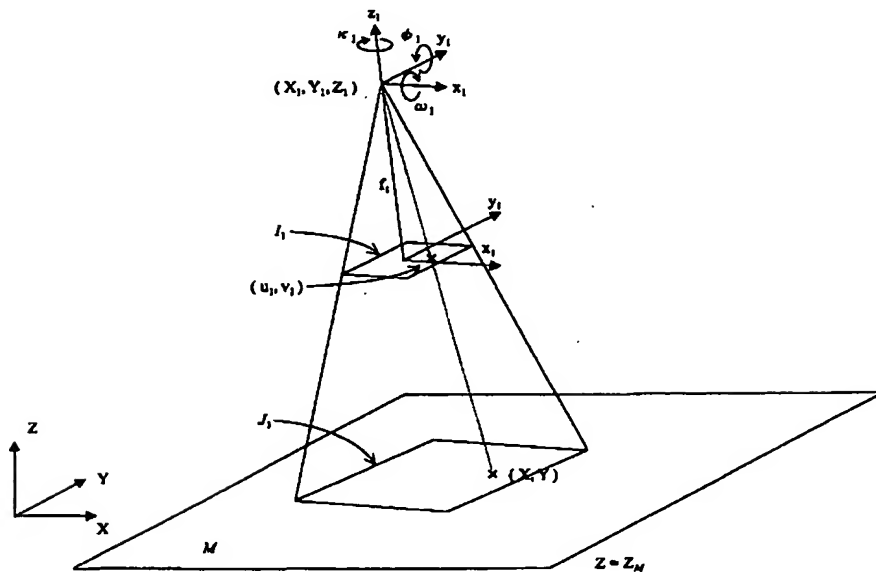
【図2】



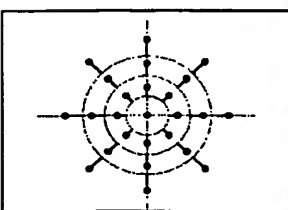
【図 3】



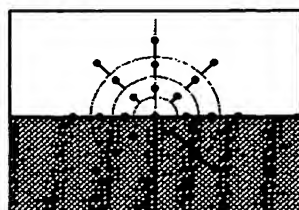
【図 4】



【図 9】

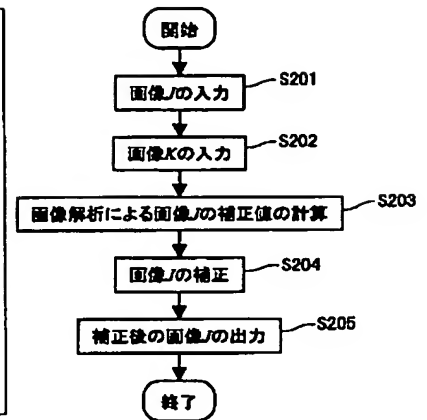


【図 11】

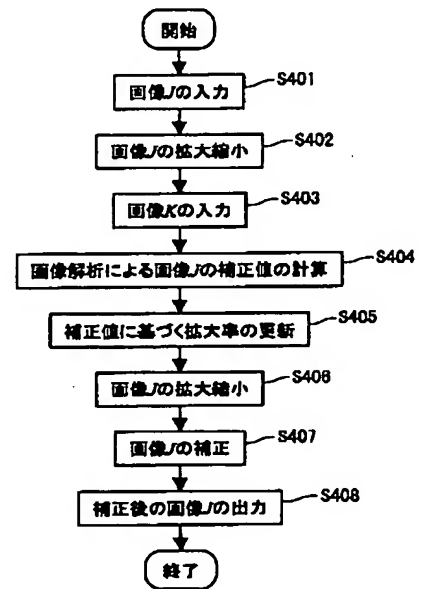


図像J

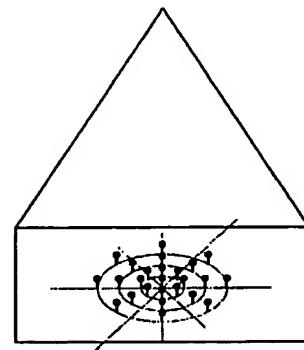
【図 5】



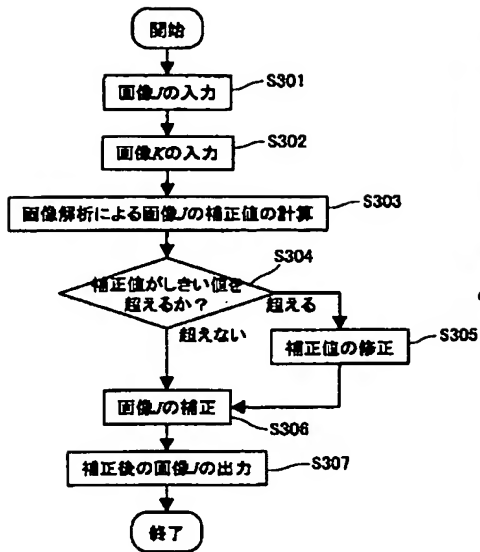
【図 7】



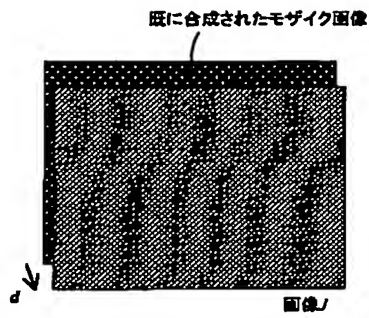
【図 8】



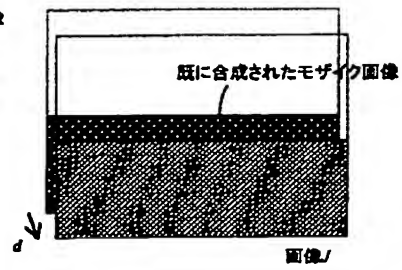
【図 6】



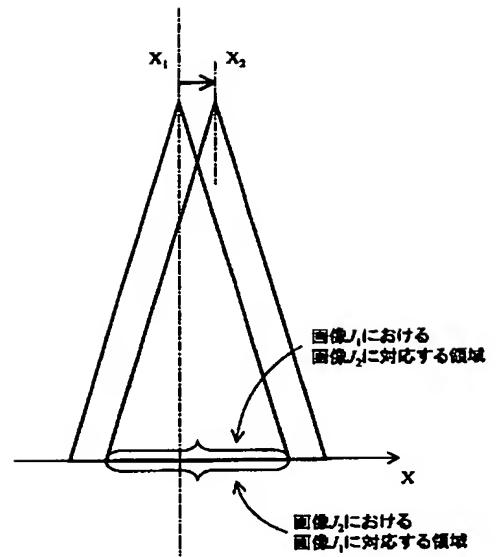
【図 10】



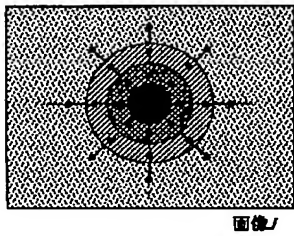
【図 12】



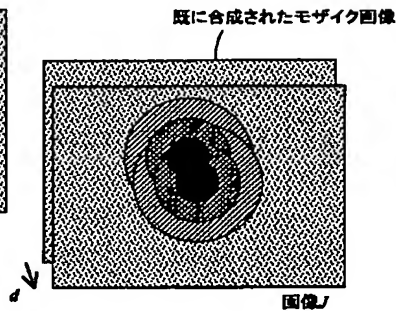
【図 17】



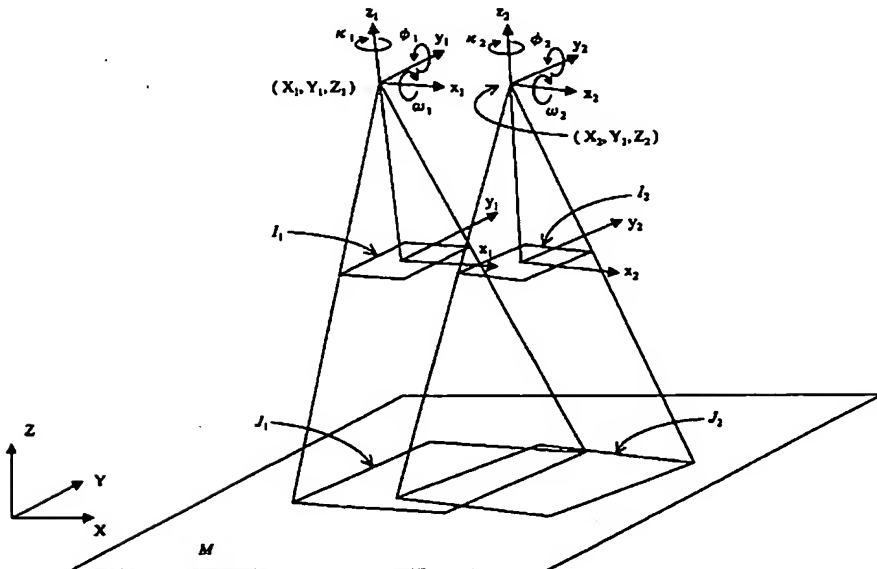
【図 13】



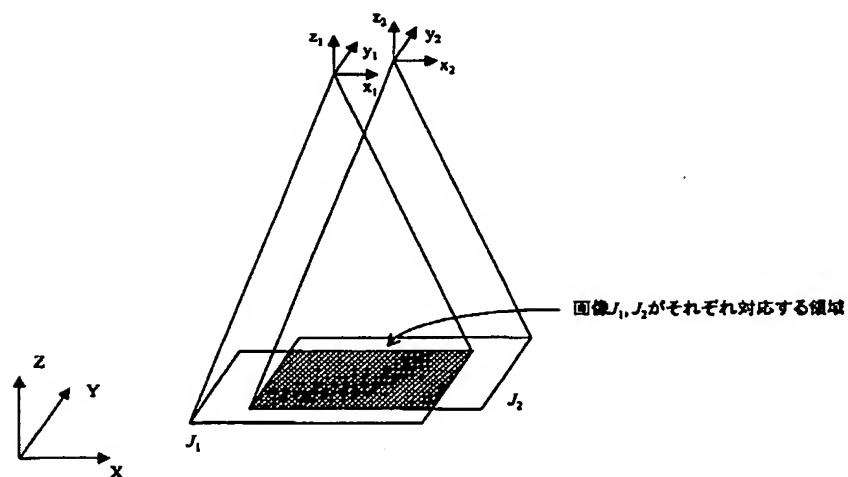
【図 14】



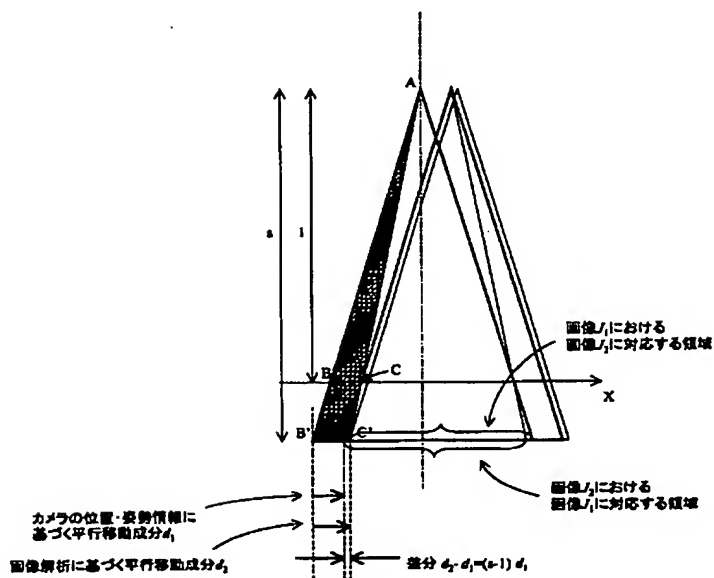
【図 15】



【図 16】



【図 18】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

// G 0 6 T 11/60

識別記号

3 0 0

F I

G 0 6 T 11/60

テーマコード (参考)

3 0 0

(72) 発明者 児島 治彦

東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日

本電信電話株式会社内

F ターム (参考)

5B050 AA10 BA17 EA12 EA19

5B057 AA13 CD05 CE10

5C023 AA02 AA06 AA09 AA11 AA37

BA04 BA13 CA01 DA04

5C076 AA19 AA21 AA22 BA06

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**